

Laudatio zur Verleihung der Carl-Friedrich Gauß-Medaille an Prof. Dr.-Ing. Robert Piloty

Leilich, Hans-Otto

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 2001 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.115-127



J. Cramer Verlag, Braunschweig

PROF. EM. DR.-ING. HANS-OTTO LEILICH, Wolfenbüttel

Laudatio zur Verleihung der Carl-Friedrich Gauß-Medaille an Prof. Dr.-Ing. Robert Piloty

Sehr geehrter Herr Präsident,
hohe Festversammlung,
verehrter, lieber Herr Kollege Piloty!

In diesem Jahr ehrt Sie, lieber Robert Piloty, die BWG als einen hochverdienten Pionier der Informationstechnik mit der Verleihung der Gauß-Medaille. Wenn ich jetzt versuchen möchte, Ihre Beiträge zur Informationstechnik zu würdigen, habe ich über 50 Jahre abzu- arbeiten. Dabei bin ich versucht, die ersten, spektakulär erfolgreichen Jahre in München, über die ich als „Zeitzeuge“ berichten kann, überzubewerten. Diese Phase kann man auch mit schönen alten Bildern von gewaltiger Hardware illustrieren [1]. Ich möchte aber auch auf Ihre in aktuelle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ausstrahlenden Beiträge aus der langen Wirkungszeit in Darmstadt eingehen, wobei mir die Vertreter unserer Nach- folgegeneration, Hans Eveking [2], Rolf Ernst, Dominique Borrione und Klaus Waldschmidt, wertvolle und dankenswerte Amtshilfe geleistet haben.

Als Sie, lieber Robert Piloty (1924 in München geboren), nach dem Studium der Nach- richtentechnik an der TH-München im Jahre 1948 von den damals bekannt gewordenen „Elektronischen Rechenanlagen“ in den USA fasziniert wurden, haben Sie - als kaum 24- Jähriger von Begeisterung und jugendlichem Elan getragen – bewirkt, daß an der TH-Mün- chen diese Technik nicht nur erforscht, sondern auch entwickelt und von Grund auf gebaut wurde. Um diese Leistung zu charakterisieren, möchte ich mit einigen Schlaglichtern die Entwicklung der Rechnertechnik bis zum Stand vor etwa einem halben Jahrhundert beginnen.

Adam Riese (Abb. 1) hatte bereits 1574 sein Lehrbuch „Das Rechnen auf den Linien“ geschrieben. Die Rechenmaschinenteknik bestand dabei – wie auch beim Abakus – in der



Abb. 1: Rechenbrett, Adam Riese's Lehrbuch: Das Rechnen auf den Linien (1574)

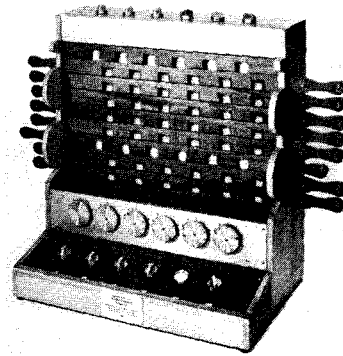


Abb. 2: Rechenmaschine von Wilhelm Schickard (1592-1635)

Visualisierung des Rechen-Schemas mit der Speicherung einer Zahl. *Wilhelm Schickard* (Universalgenie an der Tübinger Universität) hatte seine Maschine zur mechanischen Ausführung der Rechenregeln schon 1624 entworfen (Abb. 2). Danach entstanden die prächtigen „Vierspezies-Rechenmaschinen“ mit vollständiger Mechanisierung der vier Grundrechenarten, z.B. die von *Leibniz* (Abb. 3). Als die Maschinen dann schneller rechneten als

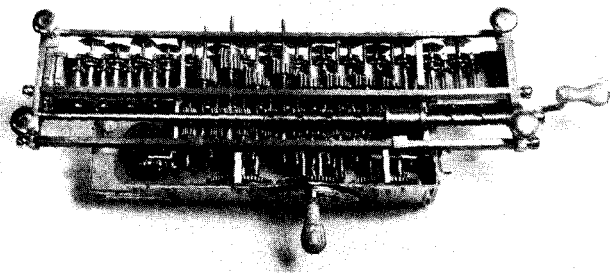
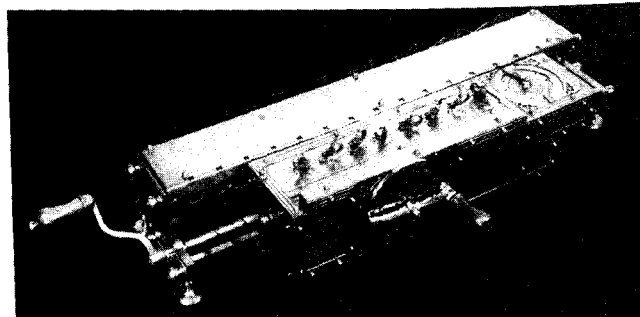


Abb. 3: Rechenmaschine von Leibnitz (1646-1716)

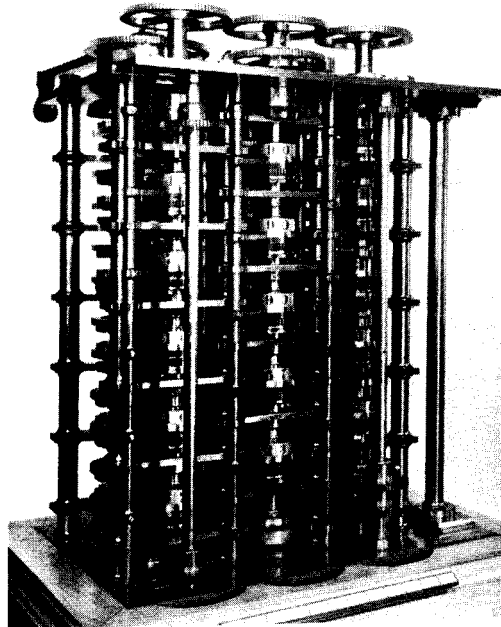


Abb. 4: „Difference Engine“ entworfen 1822-1842 von Charles Babbage

man die Zahlen manuell eingeben konnte, begann man mit der *automatischen Steuerung* der Eingabe und der Kopplung aufeinander folgender Rechenoperationen – ein früher ganz typischer Entwicklungsschritt der gesamten Informationstechnik, nämlich die Verknüpfung verschiedener Geräte, Funktionen und schließlich ganzer Wissensgebiete. *Babbage* (Abb.4) schlug (1822) eine „difference engine“ vor, die mit einem raffinierten Räderwerk die Ausführung einer Kette von mathematischen Funktionen steuerte (die aber aufgrund der Probleme mit der damals verfügbaren Mechanik nie echt funktionsfähig wurde). *Konrad Zuse* (1910-1995) baute 1941 die „Z3“ (Abb.5), die erste funktionierende programmgesteuerte Rechanlage der Welt (jetzt im Deutschen Museum in München) mit elektromagnetischen und mechanischen Bauelementen. Er war Bauingenieur und wurde animiert durch die eintönige manuelle Bedienung mechanischer Rechenmaschinen zur Lösung von Gleichungssystemen für die statischen Berechnungen von Brücken. An dieser Stelle möchte ich zwei historische Beispiele einfügen, die gar keine „Rechenmaschinen“ waren, sondern die die Programmsteuerung von Produktions- und Datenverarbeitungs-Prozessen betrafen: den *Jacquard'schen Webstuhl* (Abb.6) mit Lochstreifensteuerung (1812) und die *Hollerithkarte* (am Beispiel der Volkszählung in den USA 1890, Abb.7).

Die Elektronenröhre wurde schon Ende des 19. Jahrhunderts erfunden und für die Verstärkung von Funk- und Tonsignalen eingesetzt. Etwa zu Anfang der 40-er Jahre wagte man erstmals, die Vakuumröhren für die Rechen- und Steuertechnik einzusetzen. Die Elek-

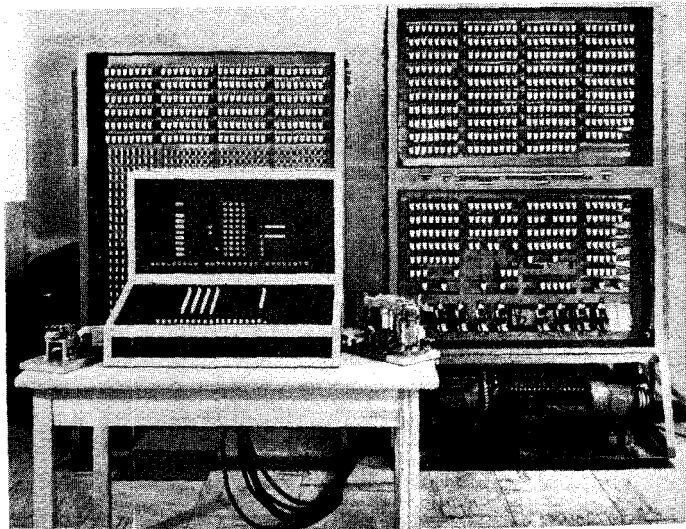


Abb. 5: Konrad Zuse, Z 3 (1941):
Das erste betriebsfähige programmgesteuerte Rechenggerät der Welt

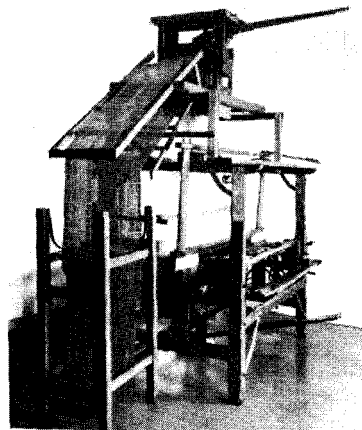


Abb. 6: Nördlinger Teppichwebstuhl mit Jacquard-Steuerung (1812)

tronik gab der Rechnertechnik einen gewaltigen Aufschwung. Nicht nur die Funktionsgeschwindigkeiten und die Speicherkapazitäten sind um Größenordnungen gewachsen, sondern auch die Kompliziertheit und Zuverlässigkeit herstellbarer Anlagen und Geräte. Durch diese *quantitativen* Verbesserungen (bis heute etwa um das Milliardenfache) ent-



Abb. 7: Hermann Hollerith (1860-1929)
Erste Verwendung der Hollerith-Lochkarte bei der Volkszählung 1890 in den USA.

wickelten sich nicht nur die schon vorhandenen Anwendungsgebiete. Die Digitaltechnik bekam eine ganz neue Note, indem sie auch in viele neue Gebiete eindrang, die bis dahin nicht als Domaine der automatischen Informationsverarbeitung angesehen wurden: Bibliothekswesen, Konstruktionswesen, Medizin, Ausbildung usw. Sie veränderte selbst die einstigen „Anwendungsgebiete“ – wie wir heute alle wissen.

Bei der heutigen breiten Diskussion der Medientechnik kann man leicht vergessen, daß in jedem Telefon, Handy, Fernseher, Ortungssystem ect. elektronische Computer enthalten sind, die als Motor für die Entwicklung des Informationszeitalters wirkten. Natürlich sollte man hier nicht die im Folgenden vorgestellten gewaltigen „Rechen- und Steuerwerke“ des Röhrenzeitalters vor Augen haben, sondern die durch enormen Fortschritte der Elektronik, der Entwicklung der Rechnerstrukturen, der Speichertechnik und der Betriebs- und Anwenderprogrammierung in 50 Jahren gereiften „Prozessor-Chips“. Wichtig ist, daß die Elektronik nicht einfach kam, sondern daß sie – wie alle Erfindungen und Entwicklungen – von Menschen als persönliche Pionierleistungen gemacht wurden. Sie erforderten Neugier, Spürsinn und Erfindergeist. Der Erfolg erfordert aber auch viel viel Fleiß, Einsatzbereitschaft, Überzeugungskraft und Durchsetzungsvermögen.

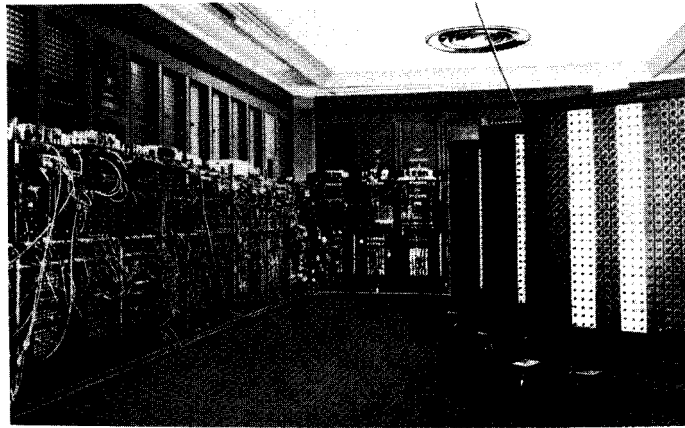


Abb. 8: ENIAC (Elektronic Numerical Integrator And Computer 1943-1946)

In den Kriegsjahren (1943-46) wurde der erste elektronische Rechner, der ENIAC („Electronic Numerical Integrator And Computer“, Abb.8) – in den USA entwickelt. Eckert und Mauchly waren ihre „Schöpfer“. Ein technisches Monster mit 18000 Radio-Röhren. Er konnte etwa 400 Multiplikationen pro Sekunde ausführen. Der sog. „Von-Neumann-Rechner“ wurde 1946-52 im „Institute for Advanced Studies (IAS)“ der Universität Princeton gebaut. Er begründete die berühmte „John-Von-Neumann-Struktur“ mit gespeichertem Programm, Befehlszähler und bedingten Sprüngen. Dieses Urmodell hatte nur 2300 Röhren und einen riesig großen Speicher aus 40 Fernsehröhren (Williamsröhren) mit 1024 Worten zu 40 bit – die Maschine hatte also im heutigen Jargon gesagt, insgesamt nur „5 Kilobytes RAM“. Mitarbeiter in diesem Institut berichteten mir später, daß die Maschine wegen ihrer Unzuverlässigkeit mit dem Spottnamen „FIASCO“ für „First Institute of Advanced Studies Computer“ belegt wurde. Aber das Potenzial dieser genialen Architektur konnte mit dem Funktionsmuster überzeugend dargelegt werden. Einen Wirbelsturm an Rechenleistung stellte nach damaligen Maßstäben die „Whirlwind I“ (Abb.9 und 10) dar, die 1947-1950 an der MIT (Massachusetts Institut of Technology) in Boston gebaut und wegen der Bedeutung dieser neuen Technologie für den militärischen Bereich lange Zeit geheim gehalten wurde. Es war auch eine gewaltige Anlage mit 6300 Röhren, 1800 Relais, 22 000 Dioden und 34 Williamsröhren (2kWorte, parallel). Später wurde dort der von Forrester entwickelte erste Ferritkern-Speicher eingesetzt.

Sie, Herr Piloty, hatten Gelegenheit, als einer der ersten Zivilisten (und gar noch als Deutscher) diesen „Whirlwind“-Computer sehen zu dürfen. Von Mai bis Oktober 1948 fand nämlich an der MIT eine „Summerschool“ statt, zu der Sie im Rahmen eines Austauschprogramms als einziger Deutscher ausgewählt wurden. Nachdem ich damals nicht dabei war, zitiere ich hier wörtlich aus dem sehr präzisen historischen Werk „Rechnende Maschinen“ von Hartmut Petzold [3]: „... Der Eindruck des mit mehreren hundert Elek-

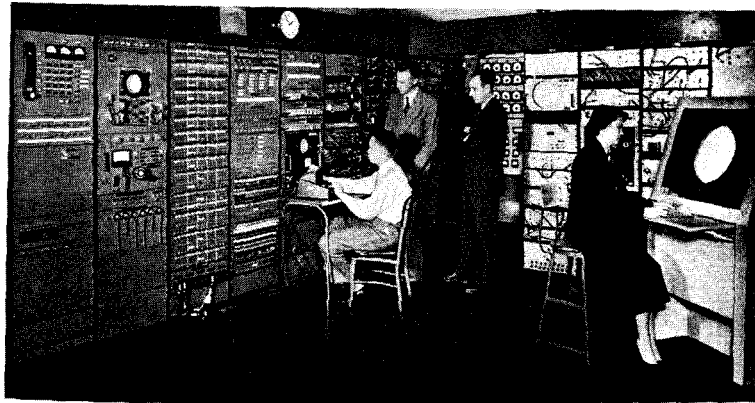


Abb. 9: Whirlwind (1947-1950), MIT (Massachusetts Institute of Technology)

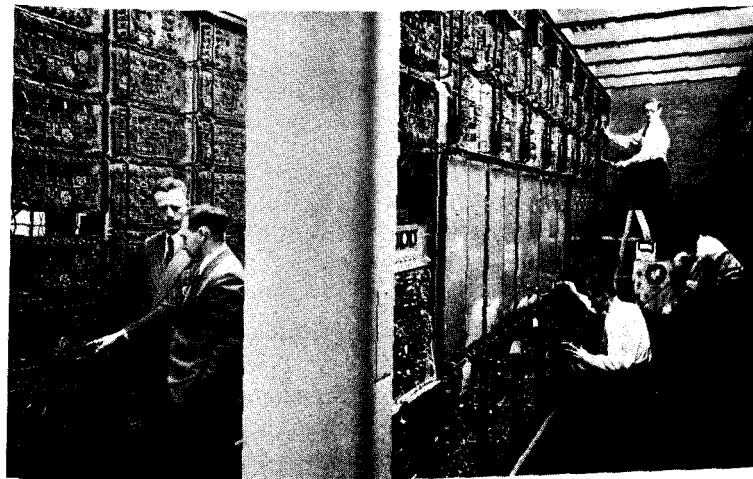


Abb. 10: Whirlwind I
links: Rechenwerk, rechts: elektronische Speicherröhren

tronenröhren versehenen Chassis und die groben Erklärungen weckten blitzartig das Interesse Pilotys. Er erkundigte sich noch am MIT genauer nach den Arbeiten auf diesem Gebiet und erfuhr erstmals von der Existenz der ENIAC und den Arbeiten John von Neumanns. Er erreichte es, daß ihm eine Kopie des umfangreichen, wichtigen von-Neumann-Berichts auf Mikrofilm nach München nachgeschickt wurde. (Er) schlug nach seiner Rückkehr nach München am Institut für Nachrichtentechnik der TH, dessen Direk-

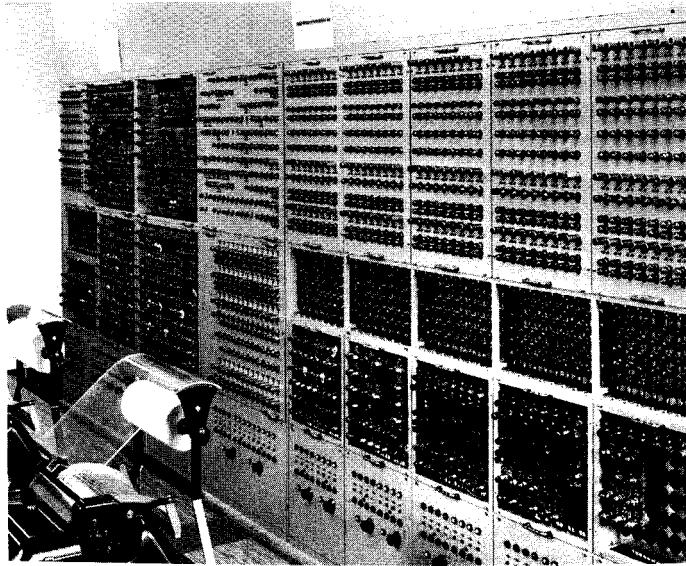


Abb. 11: PERM (1952-1956): Programmgesteuerte Elektronische Rechenanlage München

tor sein Vater, Hans Piloty (geb. 1894) war, die Entwicklung einer eigenen elektronischen digitalen Rechenanlage vor. Der Vorschlag wurde angenommen, und Robert Piloty konnte etwa ein Jahr lang bis zum Herbst 1949 erste Versuchsschaltungen aufbauen, die aus Institutsmitteln finanziert wurden.“

Das war also der Startpunkt für die „Programmgesteuerte Elektronische Rechenanlage München“ (1952-1956, Abb.11). Die Strukturentwicklung und die Leitung der PERM-Entwicklung war in Ihrer Hand (von „Piloty Junior“) . Finanziell wurde das für damalige Verhältnisse große Hochschul-Forschungs-Projekt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft ermöglicht. Ähnliche Rechner-Projekte wurden in dieser Nachkriegszeit gleichzeitig auch an der TH-Darmstadt (Prof. Alwin Walther) und bei der Max-Planck-Gesellschaft in Göttingen (Prof. Biermann und Heinz Billing) gefördert. Es wurden gezielt verschiedene Rechnerstrukturen erforscht und realisiert (dezimal/binär, parallel/serielle Struktur der Rechenwerke) und der Austausch der Erfahrungen unter den Entwicklern bewußt gepflegt, auch mit den entsprechenden Forschergruppen in Wien und Zürich.

Ich konnte damals als frisch-gebackener Diplom-Ingenieur gleich an der PERM mitarbeiten. Bei meiner Dissertation war Robert Piloty später mein Betreuer – ich fühle mich noch immer als sein „Schüler“ – und sein Vater, Hans Piloty, war mein Doktorvater. Wir waren eine kleine Ingenieurmannschaft. *Walter Proebster* hat die Hauptarbeit beim Entwurf des Rechen- und des Steuerwerks geleistet (Abb.12), *Hermann Macha* entwarf den mechanischen Teil des Trommelspeichers, ich habe die Magnetköpfe und die Speicher-elektronik entwickelt (Abb.13). Weitere Assistenten, Werkstätten und Werkstudenten, wir

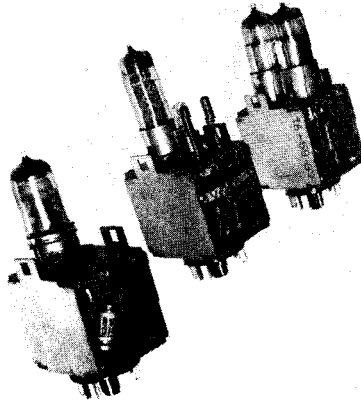


Abb. 12: Steckeinheiten der PERM, Impulsgeber, Flip-Flop und Schieberegister-Stelle



Abb. 13: Magnettrommelspeicher der PERM,
(8192 Worte a 51 Bit, 15.000 Umdr./Min), Aufnahme: 1954 (?)

wirkten in späteren Bauphasen intensiv mit. Alle arbeiteten auf Neuland, keiner hatte eine Vorlesung über Schaltungstechnik, über Bool'sche Algebra, über Programmierung oder gar Informatik gehört. Bücher, Fachaufsätze, Kolloquien über dieses Gebiet waren zunächst schwer zugänglich. Nach meinen Erinnerungen war der Ehrgeiz dieser Gruppe, trotz der „irrsinnigen“ und im Laufe der Zeit immer noch zunehmenden Größe des Vorhabens, diesen „Radioapparat mit mehreren tausend Röhren“, zu einem wirklich funktionsfähigem System zu machen, das jahrelang fehlerfrei arbeiten sollte. Ein wichtiges Konzept dazu war die modulare, hierarchische Bauweise (Flipflops und Gatter als getrennt prüfbare Steckeinheiten, Rechenwerkseinschübe etc.). – *Schlüsseldaten*: Taktfrequenz 500 kHz, 2400 Röhren, Trommelspeicher mit 8192 Worten (später Ferritkernspeicher), Additionszeit 8,5 Mikrosekunden. Nach späteren Schätzungen von Walter Proebster war PERM für einige Monate sogar der schnellste Rechner der Welt.

In dem genannten Buch von Petzold sind noch viele interessante Details über den Fortgang der Entwicklung, über die Kontakte zu den „Mathematikern“ (Professor Robert Sauer, unseren Generationskollegen Friedrich L. Bauer, Klaus Samelson und Heinz Schecher) und über die verschiedenen Motivationen zum Bau einer derartigen Pionieranlage. Auch nach meiner persönlichen Erinnerung wurde dieser Kontakt schon früh aufgenommen. Die Denkungsweise von ihnen war natürlich verschieden von der unseren. Die Mathematiker wünschten sich immer mehr Komfort, es gab heftige Diskussionen, ob man die Gleitkomma-Arithmetik, verschiedene Rundungskonzepte, die dezimal-binär-Konvertierung, Adressenrechenwerke usw. in Hardware realisieren sollte oder „nur programmiert“. Kein Wunder, daß es öfter Überschneidungen und Konkurrenzdenken gab, insbesondere wenn die Beteiligten jung, sehr engagiert und begeistert waren. Wir waren natürlich auf einander angewiesen und haben es gemeinsam geschafft. Auch die Mathematiker können auf hervorragende Pionierleistungen stolz sein, z.B. die Entwicklung von höheren Programmiersprachen, den „Algol 58-Compiler“ und das „Indexregister“.

Die PERM wurde ein voller Erfolg. Abb.14 zeigt sie in der Form wie sie nach ihrer Fertigstellung (1956) 17 Jahre lang als Zentralrechner des Leibniz-Rechenzentrums der TH-München diente. (Heute steht sie in der Informatik-Abteilung des Deutschen Museums in München.) Sie hatte eine enorme Ausstrahlung auf Forschung und Lehre in der eigenen und in anderen Hochschulen, auf die industrielle Entwicklung in Deutschland und auf die Akzeptanz dieser Technik.

Nach Tätigkeiten bei IBM (1956-57 beim Aufbau des Forschungslaboratoriums Zürich) und SEL (1957-64 mit dem ersten automatischen Flugbuchungssystem für die SAS) wurde Robert Piloty 1964 an die TH-Darmstadt berufen. Es war damals klar, daß ein Kraftakt wie bei der PERM-Entwicklung (1952-56), nämlich einen Rechner komplett bis zur vollfunktionsfähigen Maschine zu entwickeln, bei dem 12 Jahre später schon fortgeschrittenen Stand der Rechnertechnik an einer Universität nicht machbar war. Die Frage, wie denn trotzdem angehende Ingenieure im Entwurf von digitalen Systemen wie z.B. Rechnern ausgebildet werden können, löste Robert Piloty durch damals etwas völlig Neues: die Entwicklung von *Hardwarebeschreibungssprachen (HWBS)*. Dabei werden digitale Systeme von der einfachen Gatterschaltung bis hin zum kompletten Rechnersystem in einer programmiersprachen-ähnlichen Notation beschrieben, mit dem Ziel jene auf dem

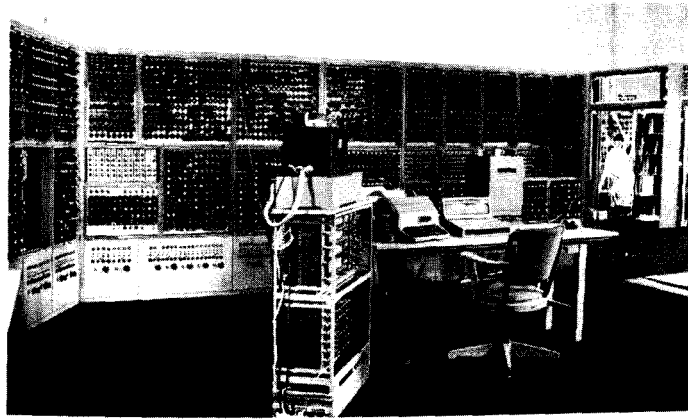


Abb. 14: PERM (im Leibniz-Rechenzentrum München)

Rechner simulierbar zu machen, eine Virtualisierung des Rechnerentwurfs also. Robert Piloty war er einer der ersten, die HWBS – zusammen mit der ersten Generation seiner Assistenten – komplett zum lauffähigen System entwickelten. RTS I, die „Register-Transfer-Sprache #1“ aus Darmstadt war damals in Fachkreisen ein geflügeltes Wort. Das hieß, daß die Hardware-Entwickler plötzlich einen Compiler zu schreiben hatten. Effiziente Simulationsprinzipien mussten erst erfunden werden. Die entstandenen Werkzeuge wurden auch gleich in der Lehre eingesetzt.

Wie war die Reaktion der Industrie auf die HWBS? Es gab am Anfang meist nur ein mildes Lächeln über die „akademischen Bemühungen der Amateure an den Universitäten“. „Richtige“ Hardwaredesigner entwickelten damals immer noch anfassbare Hardware in Form von Prototypen, die dann solange modifiziert wurden, bis die Fehler beseitigt waren und die Serienfertigung beginnen konnte. Dies ging solange gut, bis die Hochintegration die Designer einholte und ein Prototypendebugging einfach an der Unzugänglichkeit der Testpunkte scheiterte. Wenn heute z.B. die Chipsätze für unsere Handy's entwickelt werden, dann müssen alle Chips auf Anhieb funktionieren, wenn sie aus der Fertigung kommen. Und alle werden daher vorher in einer HWBS modelliert und in einem sehr aufwendigen Prozess auf Computern simuliert und verifiziert. Die HWBS sind also heute Grundlage aller Entwurfsprozesse digitaler Systeme. Robert Piloty initiierte zusammen mit anderen eine speziell den HWBS gewidmete Serie von Workshops in der IFIP (International Federation for Information Processing), die bis heute andauert. Die neuen Ideen wurden international intensiv diskutiert und führten dazu, dass eine Fülle von derartigen Sprachen entstanden. Dies verhinderte einen Austausch, eine Zusammenführung oder eine Simulation von Beschreibungen aus unterschiedlichen Quellen, was insbesondere für die industrielle Akzeptanz eine entscheidende Voraussetzung gewesen wäre. Eine *Standardisierung* war die Lösung, und so gründete Herr Piloty 1975 im Rahmen der IFIP die internationale CONLAN Working Group mit dem Ziel, die Grundlage für eine Vereinheitlichung zu

schaffen (CONLAN steht für Consensus Language). Mitglieder waren u.a. Dominique Borriane aus Grenoble, anerkannte Expertin auf dem Gebiet der HWBS.

Große Verdienste erwarb sich Robert Piloty auch auf einem ähnlichen Gebiet: Das denkwürdige „E.I.S.“-Projekt (Entwicklung Integrierter Schaltungen), das 1983 in Deutschland begonnen wurde mit dem Ziel, den Entwurf Integrierter Schaltungen in die Lehre einzubringen. – Ende der Siebziger Jahre herrschte in Deutschland noch die Situation, daß Technologie und Entwurfsmethodik eine Einheit waren, d.h. der Technologe war gleichzeitig auch der Designer. Herr Piloty hatte durch seine Überzeugungsarbeit wesentlich dazu beigetragen, daß dieses übergreifende Mikroelektronik-Projekt vom BMFT an vielen deutschen Hochschulen eingerichtet wurde.

Die Informationstechnik erzeugte in den letzten 50 Jahren generell in der Ausbildung eine derartig rasante Verquickung mit anderen Disziplinen, die auch den Fachleuten von damals kaum vorstellbar war. Sie erforderte neue Strukturen innerhalb der Industrie, Wirtschaft und durchdringt – wie wir alle jetzt wissen – unseres ganzen Lebens, auch in alltäglichen Bereichen. Entsprechend war es auch ein Gebot der Zeit, Forschung und Ausbildung in Schule, Fachhochschule und Universität, anzupassen. Schon während der PERM-Zeit hat Robert Piloty an der TH-München Vorlesungen über Rechnertechnik als Privatdozent bzw. apl. Professor gehalten (1952 - 64). Nach seiner Berufung (1964) an die TU-Darmstadt hat er sich von Anfang an zielstrebig und mit großem Erfolg für die Weiterentwicklung der Informationstechnik in vielen Bereichen engagiert. Er wirkte federführend an Planung und Aufbau des Fachbereichs Informatik an der TU-Darmstadt mit. Auch im überregionalen und im internationalen Bereich spielte Robert Piloty bei den oft sehr heftigen Diskussionen eine prominente Rolle. Er leistete intensive und oft schwierige Überzeugungsarbeit und hatte eine Schlüsselrolle bei der bundeseinheitlichen Definition des „Studiengangs Informatik“, wobei die weltweiten, oft konträren Ansätze der „Computer Science“ oder „Computer Engineering“ zu berücksichtigen waren. Auch bei den prominenten Fachverbänden (VDE, IEEE, ACM) waren Neuorientierungen notwendig, was schließlich 1969 zur Gründung der „Gesellschaft für Informatik“ führte. Als Mitglied der Generalversammlung und als Vizepräsident der Weltorganisation der Datenverarbeitung (IFIP) hat Robert Piloty über viele Jahre die deutsche Informatik international vertreten. Seine Verdienste für die internationale Kooperation wurden durch die Verleihung des IFIP „Silver Core“ anerkannt. Darüber hinaus hat er eine Vielzahl von Auszeichnungen erhalten: die Konrad-Zuse-Medaille der Gesellschaft für Informatik, die Erasmus-Kittler-Medaille, das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse, die Ernennung zum IEEE Fellow und die Alwin-Walther-Medaille in Darmstadt.

Meine Damen und Herren, ich hoffe, Ihnen einen Eindruck von den Verdiensten Robert Pilotys vermittelt zu haben, von seinem pionierhaften Beitrag, interdisziplinär Elektrotechnik, Informationstechnik, Mathematik und Informatik zu verbinden.

Lieber Herr Piloty, ich gratuliere Ihnen ganz herzlich zur Verleihung der Gauß-Medaille.

Literatur:

- [1] W. DE BEAUCLAIR: Rechnen mit Maschinen, Eine Bildgeschichte der Rechentechnik, Vieweg & Sohn, 1968
- [2] HANS EVERKING: Professor Piloty 75 Jahre, TU-Darmstadt.
- [3] HARTMUT PETZOLD: Rechnende Maschinen, Eine historische Untersuchung ihrer Herstellung und Anwendung vom Kaiserreich bis zur Bundesrepublik, Technikgeschichte in Einzeldarstellungen, Band 41/1985, VDI-Verlag, S.389

Prof. em. Dr.-Ing. Hans-Otto Leilich
Emeritus am Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze
Technische Universität Braunschweig
Am Schiefen Berg 61 A · D-38302 Wolfenbüttel